

AI 赋能烟台大学化学反应工程线上线下混合式教学探索

周学荣 杨凯旋 李彦君 赵玉潮*

烟台大学化学化工学院 山东 烟台 264005

【摘要】：在教育数字化转型背景下，人工智能（Artificial Intelligence, AI）技术对化学反应工程教学模式革新具有重要意义。本文以烟台大学化学反应工程课程为研究对象，结合线上线下混合式教学理念，探讨 AI 技术在该课程教学中的应用路径与实践价值。通过构建动态知识图谱、引入 AI 助教、引入 AI 驱动的学情分析与智能评价体系等措施，旨在解决传统教学中“以教为主”、“重理论轻实践”、“考核单一”等核心问题，提升学生的自主学习能力、工程实践能力及综合素养。研究表明，AI 赋能的化学反应工程混合式教学模式能够有效整合教学资源，优化教学流程，实现个性化学习支持，并为教学评价提供数据化依据，为高等教育课程改革提供了可借鉴的实践方案。

【关键词】：人工智能；化学反应工程；混合式教学；知识图谱；虚拟实验；教学评价

DOI:10.12417/2705-1358.26.03.088

1 引言

化学反应工程是化学工程与技术专业核心课程之一，其教学目标在于培养学生对化学反应过程与反应器设计原理的理解，并通过理论与实践相结合的方式，提升其解决复杂工程问题的能力^[1]。对于烟台大学化学反应工程学科而言，我们改革之前采用传统的教学模式：主要以课堂教师讲授，辅助化工综合实验实践教学为主，期末以平时作业（10%）+过程性考核（20%）+期中考试检测（20%）+期末（50%）的综合式考核方式进行。然而，这样的传统教学模式依然存在显著局限性：第一，课堂上由教师单向讲授为主，学生缺乏主动建构知识的热情；第二，化工综合实验的实践教学，因课时分配需要综合各化工专业课程，难以化学反应工程课程各章节内容，特别是覆盖复杂反应器的操作与优化；第三，考核方式虽然降低了期末成绩的比重，加大了过程性考核的比重，丰富了考核形式，但是依然存在对学生的学习过程与能力培养缺少动态性评价、考核维度单一等问题。

人工智能技术的快速发展为解决上述问题提供了新路径^[2-4]。AI 技术通过自然语言处理、图像识别、大数据分等能力，可整合多模态教学资源，实现知识的动态关联与个性化推送；其虚拟仿真功能可突破物理实验的时空限制，提供安全、低成本的实践机会；智能评价体系则能够基于学生行为数据生成精准的学习诊断报告，支持教学策略的动态优化。本文基于现有研究与实践案例，针对烟台大学学生的学情现状，系统性探讨

AI 赋能化学反应工程线上线下混合式教学的改革思路与具体举措。

2 教学改革背景与必要性

2.1 传统化学反应工程教学的不足

化学反应工程课程内容抽象，涉及反应动力学、传递过程、反应器设计等多学科交叉知识^[5]，传统教学模式难以满足学生的深度学习需求。具体问题包括以下几点：

1.以教为主，学生自主学习能力不足：课堂依赖“多媒体+板书”单向讲授，学生被动接受知识，难以主动探究反应器设计原理与优化方法。

2.重理论轻实践，工程能力培养受限：实验教学多为演示型或验证型，缺乏对复杂反应器操作与故障分析的实践机会；实习环节与课程理论脱节，学生无法将知识应用于实际生产场景。

3.考核方式单一，评价维度不全面：传统考核以期末考试为主，未能全面反映学生的学习过程（如自主学习时长、实验操作能力、课堂参与度）及综合能力（如创新思维、团队协作）。

2.2 AI 技术赋能教学的必要性

AI 技术的引入是应对上述问题的关键。其核心价值主要体现在以下几个方面：第一，AI 可通过动态知识图谱将抽象概念与实际案例关联，帮助学生建立系统性认知，便于知识点呈现

作者简介：周学荣，1989.01，女，汉族，博士研究生，山东潍坊人，讲师，研究专业方向：多相催化、智慧课程高等教育实践。

作者简介：赵玉潮（1979-），男，博士，教授，研究方向为微化学工程与技术、化学反应工程、过程强化、化工新过程开发，通讯联系人。

项目资助：论文研究得到 2025 年烟台大学教学改革研究项目（JYXM2025064Q）、烟台大学人工智能+智慧课程建设、山东省自然科学基金项目（ZR2023QB032）、及 2023 年山东省普通本科高校重点领域教学改革试点项目“111 计划”资助支持。

和优化理解深度；AI 虚拟实验平台可模拟复杂反应器操作，降低实验风险与成本，同时通过实时反馈指导学生修正操作，利于学生实践能力的培养；AI 可分析学生线上学习行为（如视频观看时长、笔记标注频次）、实验数据及课堂互动记录，生成个性化评估报告，实现教学评估的精准化和多元化，便于后续进行教学改进。

3 烟台大学 AI 赋能混合式教学的改革思路与举措

我们借助超星学习通 AI 智能体平台整合烟台大学化学反应工程课程多年的教学实践经验和教学资源，建立了在线课程平台，进行了线上线下混合式教学模式探索的有益探索，具体改革思路与举措如下：

3.1 构建动态知识图谱，实现系统性认知

化学反应工程的知识体系高度复杂，利用超星平台 AI 智能体教学平台提供的知识图谱生成服务、知识挂载和校对服务，建立化学反应工程立体、直观、可视化知识图谱，对知识点的逻辑进行关联。例如，以“反应器优化设计”为核心节点，向上关联反应动力学理论，向下链接具体实验操作（如连续反应器的温度控制），横向对接工业案例（如合成氨反应器的催化剂装填特点）。通过超星学习通平台，学生可自主探索知识关联，教师则能基于知识图谱动态调整教学重点，解决“知识碎片化”的痛点。借鉴 AI 赋能无机化学、普通化学原理混合式教学中的研究与应用等课程改革中，通过 AI 生成个性化知识图谱，结合“AI 抢答器”、“实时投票”等功能提升课堂互动性等有效改革措施^[6-8]，我们也将这一模式可迁移至化学反应工程课程建设中来，通过 AI 动态关联反应动力学、传递过程与工业应用案例，提升理论学习的趣味性与实用性。学生反馈表明，此类互动显著降低了理论学习的枯燥感，增强了主动探索的动力。

3.2 引入 AI 驱动的学情分析与智能评价体系

混合式教学需兼顾线上与线下的学习效果评估。AI 技术可通过以下方式实现精准评价：

1. 线上学情分析：采集学生线上学习行为数据（如学习频率、笔记标注频次、互动测试正确率），结合机器学习算法生成“学习画像”，识别学生的知识薄弱点与学习偏好。

2. 线下实践评价：通过 AI 记录课堂研讨参与度、实验操作规范性及团队协作表现，将这些非量化指标纳入评价体系。

3. 综合反馈与个性化学习支持：借鉴其它课程的成功经验^[7,8]，在化学反应工程的混合式改革中，基于学情分析结果，AI 助教可推送定制化学学习资源（如针对反应动力学推导的动画

讲解）或调整学习任务难度，确保学生在混合式教学中实现“低阶认知-高阶能力”的阶梯式提升。例如，AI 推送的个性化任务掌握基础知识，课中围绕高阶问题（如反应器设计优化）展开研讨，课后通过 AI 分析薄弱环节进行巩固。实践数据显示，该模式显著提升了学生的知识掌握率与实践能力。

3.3 推动师生协同与学术交流

混合式教学不仅是技术革新，更是教学理念的升级^[7]。AI 助教可通过“弹幕讨论”、“实时投票”等功能，促进课堂互动；同时，线上平台可支持学生参与每周研讨会、研究小组会议及学术讲座，打破时空限制，拓展学术交流的广度与深度。例如，学生可通过平台提前提交问题，教师利用 AI 分析高频问题并优化研讨内容；AI 还可为学生推荐化学反应相关领域的学术资源，例如北京大学马丁院士和周继寒研究员，中国科学院周武研究员和英国卡迪夫大学 Graham J. Hutchings 院士等人设计了一种高密度单原子 Pt₁/Ir₁ 负载于 α-MoC 上的负载型催化剂，在 270° C 条件下，以 331.3 mmol g⁻¹ h⁻¹ 的高效率制备氢气，并实现 84.5% 的乙酸选择性，相较于传统乙醇蒸汽重整更具能效优势。该策略不仅减少了 CO₂ 生成，同时提高了副产物乙酸的经济价值，为低碳氢气生产提供可行的技术路线^[9]。学生通过辅助学习，一方面拓宽并强化了自己对气固催化反应的知识理解，另一方面，通过追踪学术前沿，增加了对科学研究的浓厚兴趣，培养了学术思维，增加学术素养。

4 结论与展望

AI 赋能的线上线下混合式教学模式为化学反应工程课程改革提供了创新路径。通过动态知识图谱、AI 助教、智能评价体系，该模式有效解决了传统教学的不足，提升了学生的学习主动性、实践能力与综合素养。未来，需进一步推动 AI 技术与教学理念的深度融合，探索更智能的交互方式（如多模态 AI 助教）与更广泛的跨学科应用（如与过程控制、材料科学等领域的交叉），同时加强教师培训与数据安全治理，为高等教育的智慧化转型提供持续支持。AI 技术带来便利的同时，也对高校教师提出了更高要求，需系统培训教师掌握平台操作（如知识图谱构建、虚拟实验设计）并培养“AI 教学设计思维”，将技术工具深度融入教学流程。同时，在教学实践中我们必须要注意及深刻认识两点主要问题：一，AI 教学涉及学生行为数据的采集与分析，需严格遵循数据安全与隐私保护规范，确保数据仅用于教学改进，而非监控或商业化用途；第二，AI 赋能教学的核心是辅助而非替代教师，在化学反应工程的教学实践中需警惕“过度依赖 AI 导致师生情感联结弱化”的风险，并通过线下研讨强化“思想碰撞”的育人价值。

参考文献:

- [1] 刘雨佳.在“新工科”理念下的化学反应工程课程教改探索[J].广东化工,2023,50(22):184-186.
- [2] 梁希壮,仝凤霞.生成式人工智能赋能物理化学教学改革创新探索[J/OL].大学化学,1-9[2025-12-29].
- [3] 殷文轩.生成式人工智能赋能大学教学的作用机制与推进路径—基于斯坦福大学的案例分析[J].教育探索,2025,04:33-39.
- [4] 刘颖雅,易颜辉,张安峰,等.人工智能赋能催化专业课程教学改革的探索[J].化工高等教育,2025,42(04):80-85.
- [5] 代弢,张嫦,冉茂飞,等.基于卓越工程师计划的“化学反应工程”课程教改的初探讨[J].广东化工,2018,45(17):236-237.
- [6] 程利平,林琳,肖秀珍.“AI 赋能”高校教学改革与探索研究—以无机化学课程为例[J].大学化学,2025,40(09):270-278.
- [7] 张丽丽,苏琼,张胡彬.“互联网+”时代化学反应工程的混合式教学探索[J].山东化工,2019,48(24):161-163.
- [8] 武文娜,张涛,何涛,等.AI 助教在普通化学原理混合式教学中的应用—以“原子结构”教学为例[J].大学化学,2025,40(09):251-258.
- [9] Mi Peng, et al. Thermal catalytic reforming for hydrogen production with zero CO₂ emission[J]. Science, 2025, 387: 769-775.